

AG Wald- und Holzforschung – Abschlussbericht – Anhänge

Mitglieder der Arbeitsgruppe: Folkhard Isermeyer, Georg Teutsch, Christian Ammer, Jürgen Bausch, Thomas Böckmann, Andreas Bolte, Nina Farwig, Annette Hafner, Anke Höltermann, Bohumil Kasal, Hans Joachim Klemmt, Frank Ordon, Peter Pröbstle, Klaus Richter, Ulrich Schraml, Christian Wirth, Markus Wolperdinger

Bearbeiter*innen: Folkhard Isermeyer, Georg Teutsch, Andreas Bolte, Sonja Knapp, Julian Wendler, Bernd Degen, Birgit Kersten, Peter Elsasser, Hans-Walter Roering, Joachim Rock, Shah Rukh, Andreas Krause, Volker Haag, Martin Nopens, Göran Schmidt

Braunschweig und Leipzig, 28. Mai 2021



Inhalt

Anhang A: Ergebnisse der Befragung der in Deutschland tätigen Forschungseinrichtungen, Verbände und Projektträger der Wald- und Holzforschung	1
A1 Ziele und Inhalte der Befragung	1
A2 Ergebnisse der Befragung	2
A2.1 Ist-Zustand der Forschungskapazitäten	2
A2.2 Wissenslücken und Schwächen in der Wald- und Holzforschung	5
A2.2.1 Fachthemen	6
A2.2.2 Gesellschaftliche Themen	12
A2.2.3 Wissenschaftsstruktur	13
A2.3 Internationale Vorbilder und ihre Vorbildfunktion	14
A2.4 Nationale und internationale Vernetzung	16
Anhang B: Bibliometrische Analyse der aktuellen inhaltlichen Ausrichtung der (i) internationalen Forschung insgesamt und in Deutschland sowie (ii) der praxisorientierten Forschung in Deutschland zu Wald und Holz	19
B1 Internationale Forschung - Wald	19
B2 Internationale Forschung – Holz	24
B3 Deutschsprachige Fachliteratur mit Praxisbezug zu Wald und Holz	28
Anhang C: Bestehende und im Aufbau befindliche Infrastrukturen der deutschen Wald- und Holzforschung	31

Anhang A: Ergebnisse der Befragung der in Deutschland tätigen Forschungseinrichtungen, Verbände und Projektträger der Wald- und Holzforschung

A1 Ziele und Inhalte der Befragung

Die Bundesministerien für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) und für Bildung und Forschung (BMBF) haben eine Arbeitsgruppe eingesetzt, die Vorschläge zur Stärkung der deutschen Wald- und Holzforschung erarbeiten soll. Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) ist ebenfalls beteiligt. Anlass für die Bildung der Arbeitsgruppe sind die großen neuen Herausforderungen, die insbesondere durch den Klimawandel entstehen. Die Arbeitsgruppe besteht aus 16 Expertinnen und Experten der Länder- und Bundesressortforschung sowie der universitären und außeruniversitären Forschung im Bereich Wald- und Holzwissenschaft.

In der Auftaktsitzung am 9. November 2020 hat die Arbeitsgruppe beschlossen, in einer Befragung (a) eine umfassende Bestandsaufnahme der Ist-Situation vorzunehmen und (b) allen einschlägig tätigen Forschungseinrichtungen und Verbänden die Möglichkeit zu geben, ihre Anregungen in die Arbeit der Arbeitsgruppe einzubringen.

Folgende sechs Fragen wurden am 17. November 2020 in einer ersten Erhebung an insgesamt 82 Forschungseinrichtungen und 62 Verbände (für Letztere ohne Frage 2 und 6) gerichtet und in einer Zweiterhebung (ohne Frage 1) am 7. Januar 2021 an weitere 40 Einrichtungen versandt (insgesamt 184 Adressaten):

1. Ist die beigefügte Liste der Forschungseinrichtungen aus Ihrer Sicht vollständig? Welche Einrichtungen sollten ergänzend in die Umfrage einbezogen werden?
2. Wie viele unbefristet Beschäftigte (höherer Dienst, in Vollzeitäquivalenten) sind in Ihrer Einrichtung in Forschung (incl. Monitoring und wissenschaftliche Beratung) und Lehre (a) im Bereich Wald und (b) im Bereich Holz tätig? (*nicht an Verbände gerichtet*)
3. Wo liegen (vor dem Hintergrund der künftigen Herausforderungen) aus Ihrer Sicht die gravierendsten Schwachstellen bzw. Wissenslücken in der Wald- und Holzforschung Deutschlands? Welche Lösungsvorschläge haben Sie?
4. Sehen Sie in einem anderen Land der Welt vorbildliche Entwicklungen in der Wald- und Holzforschung, an denen wir uns orientieren könnten? Worin besteht diese Vorbildfunktion?
5. Wie beurteilen Sie die nationale und internationale Vernetzung der Wald- und Holzforschung? Haben Sie Vorschläge zur Verbesserung der Zusammenarbeit?
6. Welche Drittmittelprojekte mit Bezug zu Wald und Holz (Mittelvolumen >100.000 €) haben Sie an Ihrer Einrichtung in den letzten fünf Jahren abgeschlossen/ durchgeführt? (*nicht an Verbände gerichtet*)

Bis zum 26.01.2021 sind 77 Antworten (42% Rücklauf) eingetroffen, davon 67 von Forschungseinrichtungen (55% Rücklauf) und 10 von Verbänden (16% Rücklauf). Angaben zu unbefristet Beschäftigten (Frage 2) kamen von 44 Einrichtungen (36%) und zu Drittmittelprojekten (Frage 5) von 54 Einrichtungen (44%).

A2 Ergebnisse der Befragung

Die Ergebnisse der Befragung finden sich in den vier folgenden Kapiteln. Zunächst werden die aktuellen **Forschungskapazitäten** (Dauerstellen-Kapazitäten, Drittmittelaufkommen, Fragen 2 und 6) dargestellt. Es schließt sich eine **Stärken-Schwächen-Analyse** der Wald- und Holzforschung in Deutschland an (Frage 3) und eine Analyse, welche Länder und Einrichtungen **Vorbildfunktion** für eine Stärkung der Forschung haben können und worin diese besteht (Frage 4). Eine Bewertung der nationalen und internationalen **Vernetzung** der Wald- und Holzforschung (Frage 5) schließt die Ergebnisdarstellung ab. Wichtige Schlussfolgerungen enthält das Fazit am Ende.

A2.1 Ist-Zustand der Forschungskapazitäten

Die aktuellen Forschungskapazitäten lassen sich einerseits anhand des unbefristeten **Dauerstellenpersonals** und andererseits durch das **Drittmittelaufkommen zu Wald- und Holzforschungsthemen** abbilden.

Tabelle A1: Personalkapazität: Wissenschaftler-Dauerstellen, Vollzeit-Äquivalente nach Typus der Einrichtung gegliedert (die drei höchsten Werte in **Fettdruck**)

Vollzeit-Äquivalente (auf 0,5 gerundet)	ANZAHL EINRICHTUNGEN	DAUERPERSONAL WALDFORSCHUNG	DAUERPERSONAL HOLZFORSCHUNG	DAUERPERSONAL GESAMT
Ressortforsch. Land	10	264,5	4,5	269,0
Universitäten	13	187,0	73,5	260,5
Hochschulen	12	62,0	75,5	137,5
Ressortforsch. Bund	4	65,0	13,0	78,0
Außeruniv. Forschung	11	32,5	54,5	87,0
Sonstige Forschung	6	10,5	12,0	22,5
Gesamt	49	621,5	233,0	854,5

Die Rückmeldungen und zusätzliche Schätzungen ergeben, dass rund **850 Vollzeitäquivalente an Dauerstellenausstattung** für die Wald – und Holzforschung zur Verfügung steht. Etwa **70% der Stellen** entfallen auf die **Waldforschung** und **30%** auf die **Holzforschung** (Tabelle A1). Starke Waldforschungskapazitäten besitzen die Ressortforschungseinrichtungen der Länder, Universitäten und mit etwas Abstand die Bundesressortforschung und die Hochschulen. In der Holzforschung sind die Universitäten sowie außeruniversitären Forschungseinrichtungen (besonders WKI-Fraunhofer, Braunschweig) sowie Hochschulen gut ausgestattet. Es folgen die Ressortforschung des Bundes

und sonstige Forschungseinrichtungen (z.B. MPA Eberswalde). Die Länder-Forschungsanstalten betreiben so gut wie keine Holzforschung.

Tabelle A2: Personalkapazität: Wissenschaftler-Dauerstellen, Vollzeit-Äquivalente nach regionalen Clustern gegliedert (die drei höchsten Werte in **Fettdruck**)

Regionales Cluster	Einrichtungen	DAUERPERSONAL WALDFORSCHUNG	DAUERPERSONAL HOLZFORSCHUNG	DAUERPERSONAL GESAMT
Göttingen	Uni Göttingen, HAWK, NW-FVA	124,5	12,0	136,5
München, Freising, Weihenstephan	TU/LMU München, LWF, HWST	104,0	14,0	118,0
Dresden, Tharandt, Graupa	TU Dresden, Sachsen-Forst Graupa	68,5	34,0	102,5
Freiburg	Uni Freiburg, FVA Freiburg	72,0	6,5	78,5
Eberswalde	HNE, LFE, Thünen EW, MPA	57,5	19,5	77,0
Braunschweig	TU BS, JKI, WKI Fraunhofer	3,0	53,0	56,0
Hamburg	Uni Hamburg, Thünen HH/GHD	32,0	16,0	48,0
Leipzig/Halle	Uni Halle-Wittenberg, UFZ, iDiv, DBFZ	25,5	4,5	30,0

Die Forschungskapazitäten sind regional unterschiedlich verteilt und konzentrieren sich vorwiegend in **acht regionalen Clustern**, die z.T. auch schon in Zentren und engen Kooperationen organisiert sind (Tabelle A2). Fast **80% der Waldforschungs-Dauerstellen** und **70% der Holzforschungs-Dauerstellen** sind durch die Cluster abgedeckt. Die personalstärksten drei Waldforschungscluster finden sich in Göttingen, München-Freising und Freiburg, in der Holzforschung in Braunschweig, Dresden-Tharandt-Graupa und Eberswalde. In der Zusammensetzung der regionalen Cluster spielen je nach Standort Universitäten (Uni Göttingen, Freiburg und Hamburg, TU München und Dresden), Hochschulen (HAWK, HWST, HNE), Landes- und Bundesressortforschung (NW-FVA, FVA Freiburg, LWF, LFE, Sachsen-Forst Graupa, Thünen-Institut) und einzelne sonstige Forschungseinrichtungen (WKI Braunschweig, UFZ Leipzig, MPA Eberswalde) eine Rolle.

Beim **Drittmittelaufkommen in der Wald- und Holzforschung** wurden zum einen die Projektträger im Geschäftsbereich des BMEL (FNR, BLE) und des BMBF (PT-DLR, PT-J, PT-VDI, BIBB) abgefragt. Hierbei wurden 1309 Projekte bzw. Teilprojekte mit einem **Gesamtvolumen von ca. 410 Mio. Euro** erfasst (Tabelle A3). Zum anderen wurden die Rückmeldungen von **54 Forschungsinstitutionen** mit insgesamt 929 Projekten und einem **Gesamtvolumen von etwa 280 Mio. Euro** ausgewertet (Tabelle A4). Allerdings wurden nur für 86% der Projekte auch Angaben zum Budget geliefert. Die Forschungseinrichtungen sollten dabei alle Drittmittelprojekte unabhängig von der fördernden Institution (Projektträger) melden. Hierbei sind dann neben Projekten mit Förderung durch verschiedene Bundesministerien (BMEL, BMBF, BMU, BMWI) auch Projekte der DFG, DBU, EU-Projekte und Projekte mit Finanzierung durch die Bundesländer und die Privatwirtschaft aufgelistet.

Die Auswertung beider Datenquellen lässt eine Einschätzung zu, wer die Drittmittelforschung zu den Bereichen Wald und Holz hauptsächlich finanziert (Tabellen A3, A4). Allerdings lassen die Beschränkung auf die Projektträger des BMBF und BMEL (BMEL und BMU beim Waldklimafonds) und fehlende Rückmeldungen eines Teils der Forschungseinrichtungen keinen vollständigen Überblick zu und machen auch keine aussagekräftige Gliederung der Auswertung getrennt nach Wald- und Holzforschung möglich.

Tabelle A3: Beiträge der Projektträger im Geschäftsbereich BMEL und BMBF zu Drittmittelprojekten (Zeitraum 2015 bis 2020)

Ministerium	Projektträger	Anzahl Projekte bzw. Teilprojekte	Fördersumme (Euro)	Relativer Anteil bezogen auf die Fördersumme
BMEL (BMU)*	FNR**	791 (260 WKF)	227.139.681	55,4% (20,6%)
BMEL	BLE	186 (138 WKF)	67.838.300	16,5% (13,0%)
BMBF	PT-DLR	111	44.289.101	10,8%
BMBF	PT-J	198	64.525.307	15,6%
BMBF	PF-VDI	10	5.073.946	1,2%
BMBF	BIBB	3	1.000.009	0,2%
Summe		1309	409.866.344	100%

*Der Waldklimafonds (WKF) wird gemeinsam von BMEL und BMU getragen.

**56 Projekte des Waldklimafonds (WKF) sind durch den Wechsel der Projektträgerschaft im Jahre 2019 sowohl bei der BLE als auch FNR gelistet. Diese Projekte wurden zur Vermeidung von Doubletten nur bei der FNR gezählt.

Tabelle A4: Beiträge verschiedener Geldgeber an den Drittmittelprojekten von 54 Forschungseinrichtungen (Zeitraum 2015 bis 2020)

Geldgeber (Projektträger)	Anzahl (Teil-)Projekte	Relativer Anteil Projektanzahl
BMEL (FNR*, BLE,), tlw. mit BMU	319	34,3%
DFG	123	13,2%
BMBF (PT-DLR, PT-J, PT-VDI)	92	9,9%
Länder	90	9,7%
EU	73	7,9%
BMWI	73	7,9%
BMU**	27	2,9%
Wirtschaft	20	2,2%
DBU	19	2,0%
Sonstige	93	10,0%
Summe	929	100,0%

*FNR-Projekt im Waldklimafonds werden von BMEL und BMU gemeinsam getragen.

**ohne BMU-Anteil im Waldklimafonds (WKF)

Die Drittmittelförderung der **Bundesministerien BMEL, BMBF, BMU und BMWI** spielt mit **55% Anteil** eine entscheidende Rolle für die Wald- und Holzforschung der 54 berücksichtigten Einrichtungen (Tabelle A4). Dabei ist die Förderung durch das BMEL (z.T. zusammen mit dem BMU beim Waldklimafonds, WKF, Tabelle A3) und des BMBF mit 44% Förderanteil (Tabelle A4) von hoher Bedeutung und bestätigt die direkte Einbindung der beiden Ministerien, deren Projektträger und des BMU in die Arbeitsgruppe Wald- und Holzforschung. Insbesondere für die Universitäten ist zudem die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) mit 13% Anteil eine wichtige Förderinstitution. EU-Projekte (8% Anteil) haben derzeit nur eine geringere Bedeutung. Die Finanzierung der Drittmittelforschung durch die Bundesländer, vorwiegend in der Waldforschung, ist mit knapp 10% Anteil auch insgesamt weniger bedeutsam. Allerdings kann diese Förderung einen wichtigen Beitrag der Waldforschung insbesondere in den Ressortforschungseinrichtungen der Länder beitragen. Wegen geringer Rückmeldungen hierzu ist aber keine gesicherte Aussage möglich. Ebenfalls weniger Anteil (2%) hat die Forschungsförderung, insbesondere der Holzforschung, durch die Privatwirtschaft.

Die überschlägige Zuordnung der Projektmeldungen zur Wald- oder Holzforschung mit dem Suchbegriffen zum Thema „Holz“ ergab bei rund 43% der Projekte einen Treffer. Dieselben Suchbegriffe lieferten bei den Meldungen der Forschungsinstitute in 17% eine Übereinstimmung. Dies bestätigt die Annahme, dass die **Förderung** in ähnlicher Aufteilung wie bei den Dauerstellen-Kapazitäten überschlägig zu **2/3 in die Waldforschung** und zu **1/3 in die Holzforschung** geht. Förderung erfolgt mit Schwerpunkten in der Waldforschung durch den Waldklimafonds (WKF), BMU, DBU und die Bundesländer, während die Holzforschung besonders von Forschungsförderung des BMWI und der Wirtschaft profitiert. BMEL (außerhalb WKF), BMBF, DFG und EU fördern in beiden Bereichen.

A2.2 Wissenslücken und Schwächen in der Wald- und Holzforschung

Eine systematische oder statistische Auswertung der Rückmeldungen zu Schwächen und Wissenslücken in der Wald- und Holzforschung (Frage 3) war nicht möglich, weil die Antworten in Länge, Struktur und Detailtiefe stark variierten. Die Auswertung folgte daher einem subjektiven Clustern der Beiträge und freihändigem Zusammenfassen. Eine Qualitätskontrolle erfolgte anhand getrennter Clusterbildung durch UFZ und Thünen; die hohe Übereinstimmung bei diesem Vorgehen unterstreicht die Eindeutigkeit der Rückmeldungen. Ziel der Auswertung war, häufig genannte Themen zu identifizieren und gemeinsame oder widersprüchliche Antworten zu verdichten. Diese Antworten spiegeln ebenfalls die subjektiven Sichtweisen der Befragten wider.

Die vorgelegte Zusammenfassung bietet einen Überblick von häufigen Themen, die den drei Überschriften **Fachliche Themen**, **Gesellschaftliche Themen** und **Wissenschaftsstruktur** zugeordnet werden können. Die Zahlen in den Fußnoten verweisen auf die Antworten, aus denen die Zusammenfassung erstellt wurde. Jede Zahl steht für die laufende Nr. einer Organisation in den zusammengefassten Antworten.

A2.2.1 Fachthemen

(1) Waldgesundheit und Waldschutz

Der Klimawandel ist aktuell in der Forstwirtschaft das beherrschende Thema. Es ist somit nicht überraschend, dass die Notwendigkeit einer Klimafolgenforschung angemahnt wird. Der Klimawandel führt für alle sichtbar zu großen Problemen bei der Waldgesundheit. Dies betrifft nicht nur die klimabedingten direkten abiotischen Schäden (Dürre, Waldbrand, Sturm), sondern auch die zumeist biotischen Sekundärschäden. Hier wird insbesondere Forschungsbedarf erkannt in der Interaktion zwischen Baum und Pathogen/Schädling, die sich durch die veränderten Klimabedingungen geändert hat und weiter ändert. In diesem Kontext sind auch Neobiota ein Thema. Hier entsteht Forschungsbedarf durch neu entstehende, bisher unbekannte Wirt-Pathogen-Beziehungen. Die Lösung wird (auch hier) in einer **Intensivierung der interdisziplinären Forschung** gesehen, die ökologische Fragen der **Wirt-Pathogen Beziehung (inkl. genetischer Fragen der Koevolution)** mit **biochemischen und physiologischen Fragen der Wirtsbäume sowie der Schädlinge bzw. Krankheitserreger** verknüpft. Dies wird als wesentliche Forschungsvoraussetzung für Waldanpassungsmaßnahmen gesehen. Dazu gehört auch ein verbessertes, langfristiges **Waldgesundheits- und Waldschutz-Monitoring**.

(2) Anpassung an den Klimawandel

Vor dem Hintergrund der globalen Klimaerwärmung wird von vielen Befragten ein breiter Forschungsbedarf zur Anpassung der Wälder identifiziert. Dieser reicht von der **Einzelbaumebene** (z.B. Vulnerabilität und Risiken gegenüber Trockenheit, Anpassungspotenziale heimischer und gebietsfremder Baumarten/Provenienzen/Genotypen) über die **Bestandesebene** (Erprobung unterschiedlicher klimaangepasster Managementsysteme und Baumarten-Mischungen) bis zur **Ökosystemebene** (Anpassungsprozesse in den Ökosystemen u.a. nach Extremereignissen, Reaktionen auf forstliche Eingriffe als Stressoren). Es wird ein **Ausbau der Langzeitmonitoringprogramme** (WZE, BZE, Level 2) und deren Erweiterung um **Reaktions-, Wildverbiss- und Biodiversitäts-Indikatoren** sowie die Bearbeitung **sozioökonomischer Fragen** vorgeschlagen. Ebenfalls sollen nahezu real-time fähige Monitoringsysteme auf der Basis von Satellitendaten aufgebaut werden. Ein besonderes Augenmerk wird dabei auf **Prävention, Erkennung, Überwachung und Bekämpfung von Waldbränden** gerichtet sowie auf deren Folgen (z.B. für Elementkreisläufe). Neben adaptationsorientierten Aspekten spielen bei den genannten Stichpunkten auch die Mitigationenwirkungen von Wäldern und Holzverwendung eine Rolle.

(3) Genetik und Züchtung

Die **Genetik** wird übergreifend als wichtige **moderne Methode zum Schutz und zur Stabilisierung der Wälder** vor allem im Kontext des Klimawandels bewertet. Derzeit ist unsicher, welche Bäume in Zukunft gepflanzt werden sollten, damit der Wald widerstandsfähiger gegenüber den sich ändernden Klima- und Witterungsbedingungen wird, wichtige Ökosysteme erhalten bleiben und die multifunktionale Nutzung der Wälder geplant und kontinuierlich gewährleistet werden kann. Im

Vordergrund stehen hierbei die **Züchtung und Identifizierung widerstandsfähiger bzw. trocken- und schädlingstoleranter sog. Zukunftsbäume**. Als Schlüsseltechnologien spielen vor allem die modernen Züchtungs- und Vermehrungsmethoden, die nicht-invasive Pflanzenphänotypisierung und die Identifikation anpassungsrelevanter Gene eine wichtige Rolle. Ziel sind „**genetische Inventuren**“ bei denen die Zusammensetzungen der Wälder in Bezug auf genetisch bedingte Anpassungsfähigkeit bewertet wird und daraus Empfehlungen für den Waldumbau abgeleitet werden.

(4) **Boden und Wasser**

Das Thema Boden und Wasser wurde mehrfach angesprochen. In Zeiten des Klimawandels und seiner Auswirkungen auf den **Bodenwasserhaushalt und damit auch auf die Interaktion zwischen Boden und Baum** wird ein hoher Forschungsbedarf gesehen. So wird z.B. eine Bodenqualitätskartierung im Interesse einer nachhaltigeren Holzentnahme gefordert. Zudem werden im Bereich Boden und Wasser Defizite in der **interdisziplinären Forschung** ausgemacht, da hier Forschungen in den Bereichen **Baum-/Wurzelpysiologie, Bodenbiologie; Mykorrhizaforschung, Bodenchemie, Bodenhydrologie und Bodenökologie** verzahnt werden müssen. Hier sind auch wichtige Verbindungen zur hydrologischen Forschung zu beachten. In einem solchen interdisziplinären Ansatz wird auch eine Lösung dieses Forschungsdefizites gesehen. Zudem wird diese Forschung als eine erforderliche Grundlage für eine individuenbasierte Waldwachstumsforschung erachtet.

(5) **Biodiversität und Naturschutz**

Wissenslücken im Bereich der Grundlagenforschung werden v.a. in drei Bereichen erwähnt, z.B. in Bezug auf die Krautschicht und ihre Reaktionen auf Waldmanagement und Klimawandel, auf die Rolle der Pilze als Symbionten wie auch als Pathogene sowie übergreifend auf ein **umfassenderes Verständnis von Ökosystemprozessen, -interaktionen und -stabilität**. Für den Waldnaturschutz werden verbesserte Informationsgrundlagen durch entsprechendes Monitoring im Allgemeinen gefordert, sowie im Speziellen Untersuchungen zur **Wirkung von Waldmanagement und Holznutzung auf Biodiversität, Umwelt und Klima**. Darüber hinaus wird angemahnt, **Forschung in Naturwäldern/unbewirtschafteten Wäldern verstärkt als Referenz zum Wirtschaftswald** zu nutzen (z.B. zu Zuwachs, Biomasseallokation, Klimaregulierung, Wasserhaushalt) und die Übertragbarkeit der Erkenntnisse auf Wirtschaftswälder zu prüfen.

(6) Wald im Kontext anderer Landnutzungen

Einige Antworten regen eine Perspektiverweiterung durch **Überwindung sektor- bzw. landnutzungsspezifischer Begrenzungen** an, und zwar einerseits in Bezug auf die konkrete Bewirtschaftung, andererseits auf die jeweiligen Analyseansätze. Die Stichpunkte zu Ersterem sind **Urban Forestry / Bäume in der Stadt** sowie **Agroforestry**, d. h. die Untersuchung der Potentiale und Grenzen halboffener agro-forstlicher Nutzungssysteme. In Bezug auf Analyseansätze werden landnutzungsübergreifende Forschungsansätze angeregt, ökologisch (**Waldökosysteme in Interaktion mit anderen Ökosystemen**) wie auch wirtschaftlich (**Interaktion v.a. zwischen Wald- und Landwirtschaft auf Betriebs- und Landschaftsebene**), um die Wirkung der entsprechenden Interaktionen mit erfassen zu können. Ein wichtiger Aspekt ist dabei auch die Wechselwirkung von Wildtieren und (geänderter) Landnutzung, einerseits in der Gestaltung der Landschaft als Wild-Lebensraum, andererseits in der Schadwirkung von Wildtieren auf Wald- und Agrarnutzung. Lösungsansätze werden u.a. durch entsprechende Verbundforschung gesehen.

(7) Ökosystemleistungen

Aufgrund der traditionellen Ausrichtung der Forstwirtschaft auf die Holzproduktion bestehen aus Sicht der befragten Einrichtungen große **Wissensdefizite in Bezug auf die weiteren Ökosystemleistungen (ÖSL) der Wälder**. Dies betrifft generell die **Qualität, die Quantität und den (monetären) Wert** der bereitgestellten Leistungen, deren Wechselwirkungen, ihre **Veränderung durch den Klimawandel und ihre Beeinflussbarkeit durch unterschiedliche Waldbausysteme** (als konkrete Beispiele werden Kohlenstoffspeicherung im Boden, die Auswirkungen der Waldbewirtschaftungsarten auf den Wasserhaushalt, Tourismus und Gesundheitsauswirkungen von Wäldern genannt). Für eine verbesserte Informationsgrundlage wird die Entwicklung von inventurgeeigneten Indikatoren, die Durchführung entsprechender Inventuren sowie ein Monitoring im Zeitverlauf vorgeschlagen. Zudem seien Analysen der **Wald-Mensch-Beziehungen** in Bezug auf ÖSL erforderlich, die die Angebots- wie auch die Nachfrageperspektive umfassen und zu einer Balance zwischen Sicherung der ÖSL, Akzeptanz forstlicher Maßnahmen in der Bevölkerung und marktorientierter Waldnutzung beitragen. Weiterhin wird Forschungsbedarf zur **Akzeptanz ÖSL-orientierter Waldbewirtschaftung durch die Politik sowie durch Multiplikatoren** (Medien) angemahnt.

(8) Politikanalysen, forstliche Sozialwissenschaften

Als übergeordnete Themen werden **Entstehung, Umsetzung und Wirkungen der Waldpolitik** (bzw. alternativer Waldpolitiken) identifiziert, auch in Form länderübergreifender **Politikfolgenabschätzungen**; derartige Untersuchungen seien durch die generelle Minderausstattung der forstlichen Sozial- und Geisteswissenschaften vernachlässigt worden. Konkrete Beispiele sind Forschungen zum **Einfluss demographischer Veränderungen auf Waldnutzung, Waldnutzungsziele und Waldeigentum**, die **gesellschaftliche Akzeptanz veränderter Waldbilder und Leistungsdarangebote** unter dem Klimawandel, die Nachhaltigkeit von Produktion und Konsum (einschließlich der Ökobilanzierung von Wald- und Holzprodukten). Mit stärker ökonomischer Ausrichtung werden Wertschöpfungsanalysen, Monitoring zu Waldnutzung und Waldbesitz (z.B. in Form von Betriebsvergleichen)

sowie monetäre Umweltbewertungen als Teil umfassender gesamtgesellschaftlicher Bewertungen benannt. Beispiele aus dem Bereich Arbeitswissenschaften sind Gesundheitsschutz, Unfallforschung, psychologische Aspekte und Qualifizierung des Fachpersonals. Es wird angeregt, auch bei waldökologischen Forschungsprojekten Waldnutzungsaspekte grundsätzlich mit zu bedenken.

(9) Fernerkundung

Als eine Schwachstelle werden **unzureichende Informationsgrundlagen über Wälder und deren Zustand** benannt. Dadurch besteht Bedarf an möglichst **hoch aufgelösten, flächendeckenden und zeitlich hoch aufgelösten (Monate) Bestandesinformationen** durch Waldinventuren und Fernerkundung. Lösungsvorschläge umfassen methodische Untersuchungen zur verbesserten Nutzung des Potentials der Fernerkundung (z.B. zur Erkennung von Schadursachen in FE-Daten) sowie die **Kombination von terrestrischen und Satellitenerhebungen**, um punktuelle Inventuren effizient verdichten und interpolieren zu können und Punktdaten aus einzelnen Waldbeständen auf Modellbasis so hochskalieren zu können, dass sie auch belastbare Informationen auf Landschaftsebene liefern.

(10) Digitalisierung

Zur digitalen Infrastruktur wurden zahlreiche Hinweise abgegeben. Diese betreffen insbesondere die **Datenspeicherung und Datenzugänglichkeit**. Große Herausforderungen sind außerdem **industrielle Anforderungen** (Mechatronik im Holzingenieurwesen; Integration von Sensor- und Informationstechnologien; Industrie 4.0) sowie die Anforderungen an neue Daten in den Forstwissenschaften (Precision Forestry). Bisher werden Daten meist an verschiedenen Orten lokal gespeichert. Diese fragmentierte Datenhaltung in einzelnen Institutionen ohne die Abrufmöglichkeit für externe Einrichtungen wird als limitierender Faktor für die Methoden-, Themen- und regionenübergreifende Forschung genannt. In diesem Zusammenhang wurde die fehlende Digitalisierung bereits bestehender Daten aus der Vergangenheit sowie nicht vorhandene, systematische Qualitätsprüfungen der vorhandenen Datenbestände festgestellt.

Vorschläge zur Verbesserung sind hier unter anderem: die **Zugänglichkeit von Daten nach einer Embargozeit**, eine allgemeine und automatische **Datenspeicherung in einem Cloudsystem**; Nutzung innovativer Erfassungsmethoden; die digitale Dokumentation von Monitoringergebnissen und die **bessere Verfügbarkeit von Daten und Zusammenarbeit zwischen Behörden und Universitäten**. Mit der Förderung reiner Digitalisierungsprojekte von Alt-Daten (Speicherung in einem einheitlichen Datenzentrum) zur Schaffung von Grundlagen für zukünftige Forschungen könnte die Auswertung mittels computergestützter Verfahren wie **Modellierung, Big Data, Machine Learning** gelingen. Damit könnten auch zukünftige Szenarien analysiert und Handlungsoptionen bewertet werden. Nicht zuletzt auch aus Sicht der Öffentlichkeitsarbeit ist die **Informationsübertragung entlang der Wertschöpfungskette Holz bis zum Endkunden** eine wünschenswerte Maßnahme.

(11) Holzbau

Der Holzbau ist ein häufig genanntes Thema. Die Ziele im Holzbau werden in der Steigerung der Holzbauquote, Verbesserung der Nachverdichtung in Städten und der flächendeckenden Umsetzung sowie in der Reduzierung von Emissionen gesehen; aber auch das Fehlen von gemeinsamen Zielen wird angemerkt. Forschungslücken werden z.B. in der **Verbesserung der Recyclingfähigkeit und Kreislaufwirtschaft**, dem **Einsatz von Laubholz und von geringwertigem Holz**, der **Bauphysik im Klimawandel**, der Realisierung von besserem **Schall- und Brandschutz**, **Reduzierung der Baukosten** beschrieben. Als Hemmnisse sieht man das Konkurrenzdenken zwischen den Befürwortern unterschiedlicher Materialien, fehlende gesellschaftliche Akzeptanz und die Schwierigkeit, Ergebnisse aus anderen Ländern in Deutschland umzusetzen. Lösungsvorschläge finden sich als: mehr Standardisierung, Erstellung einer Muster-Holzbaurichtlinie, Aufheben von rechtlichen Beschränkungen, erhöhter Anteil mehrgeschossigen Holzbaus, Verbesserung der Rohstoffeffizienz und Ökobilanzierung.

(12) Materialwissenschaft

Es besteht großer Forschungsbedarf im Bereich der **Produktentwicklung aus nachhaltigen Werkstoffen** sowie deren Rohstoffen. Untersuchungen an den Hauptkomponenten Cellulose, Hemicellulose und Lignin sind notwendig, um maßgeschneiderte Substitute für Kunststoffe, Klebstoffe oder verbesserte Erzeugnisse (Bauprodukte, Spanplatten, Verpackungen) etc. herzustellen. Des Weiteren sollten **innovative Nutzungsoptionen** erforscht werden. Eine große Herausforderung ist der **Wettbewerb zwischen stofflicher und energetischer Nutzung**. Hier kann die Materialwissenschaft eine Schnittstelle zum Forstsektor bilden, um die Frage „Wie kann das Holz aus dem Wald bestmöglich stofflich genutzt werden?“ adäquat zu beantworten. Insbesondere **intelligente Koppelungsoptionen** zwischen stofflicher Aufbereitung und energetischer Nutzung von Nebenprodukten und Reststoffen (auch aus der Biomassenutzung) sind zu untersuchen. Die sich verändernden Klimabedingungen setzen die Materialwissenschaft vor große Herausforderungen. So sind der **Umgang mit Schadholz und deren Nutzungspotentiale** bisher unzureichend erforscht. Unter anderem der Einsatz von Nadelholz mit niedriger Qualität ist eine Herausforderung. In diesem Zusammenhang wurde wiederholt die Frage nach einer effizienten und an die Anforderungen angepassten Rohstoffsartierung bzw. Kategorisierung (Pulp, Platte, Massivholz) genannt. Zusätzlich stehen noch nicht in ausreichendem Maße Verwendungsmöglichkeiten für Buchenholz zur Verfügung. Eine weitere Wissenslücke wird im **Holzschutz** beschrieben. Zu nennen sind Fragen nach der Umweltverträglichkeit sowie der Abgrenzung zwischen materialinternem und externem Holzschutz. Für eine Unterstützung der Kreislaufwirtschaft durch die Materialwissenschaften ist die Primärnutzung der Rohstoffe von großer Bedeutung, und diese hängt maßgeblich von der **Dauerhaftigkeit gegen biologische Angriffe** ab. Es besteht ein substanzieller Mangel beim Verständnis über den **Einfluss des Klimawandels auf die technologischen Holzeigenschaften**. Diese verändern sich beträchtlich durch klimatische Einflüsse und waldbauliche Wechselwirkungen. Die Nutzung von Holz als nachwachsende Ressource sowie die nachhaltige Transformation zur Bioökonomie benötigen gesi-

cherte Erkenntnisse, wie sich die Ressource qualitativ verändern wird. Hierfür sind Provenienz-Forschungen sowie Simulationsmodelle notwendig. Eine themenübergreifende Forschung aus den Bereichen Holzkunde und Waldbau/Waldwachstum wird empfohlen.

(13) **Kreislaufwirtschaft und Recycling**

Ähnlich wie bei der Nachhaltigkeitsbewertung hat der Forst- und Holzsektor das Potential eine Vorreiterrolle bei der Realisierung einer **bioökonomischen Kreislaufwirtschaft** einzunehmen. Die Charta Holz 2.0 hat dazu bereits Forschungs- und Entwicklungspfade aufgezeigt. Dennoch werden Verbesserungspotentiale bei der **Umsetzung von Kaskadennutzung** in der Holzbaupraxis, dem Endverbrauchermarkt von Holzprodukten und der Holzverarbeitenden Industrie wahrgenommen. Hier bestehen Defizite, die u.a. auf eine fehlende gemeinsame Zielformulierung zwischen den relevanten Akteuren zurückgeführt werden. Daneben werden mangelhafte Anwenderkenntnisse in den Endwarenbereichen (Bau, Möbel, Verpackung, Papier und innovative Produkte) und die hohe Komplexität der Datengrundlagen (Produktzusammensetzung, Lebenszyklusdynamik) als weitere Hemmnisse vermutet. Ein konkreter Lösungsvorschlag ist die Entwicklung eines eigenständigen Qualitätsmerkmals zur **Beurteilung der Langlebigkeit, Wiederverwendbarkeit und Recyclingfähigkeit eines Holzproduktes**, welches so normativ geregelt würde. Darüber hinaus könnten dynamische Querschnittsanalysen der Kreislaufwirtschaft in Form von Zeitreihen realisiert werden. Insgesamt ließen sich einige Kontroversen, bspw. zu Substitutionseffekten der Holznutzung, auflösen, indem insbesondere integrative Forschungsansätze gefördert werden, welche Ökobilanz, Wald- und Klimamodellierung sinnvoll verknüpfen.

(14) **Energie aus Biomasse**

Für erneuerbare Energieträger wird eine mittelfristige **Rohstoffknappheit** erwartet. Insbesondere fehlen Konzepte zur industriellen **Nutzung von Verbrennungsnebenprodukten** aus der energetischen Biomassenutzung. Gemessen an der wirtschaftlichen Bedeutung wird der Energieholzthematik in der Ressortforschung Forst- und Holz insgesamt zu wenig Bedeutung beigemessen. Ressortübergreifende Begleitforschung großer Energieprojekte sollten unabhängig von sektoralen Grenzen realisiert werden.

A2.2.2 Gesellschaftliche Themen

(1) Information und Kommunikation

Der sich stark wandelnde, wechselseitige Wissenstransfer zwischen gesellschaftlicher Praxis, politischen Entscheidungsträgern und akademischer Forschung steht vor erheblichen Herausforderungen und erfordert eine sorgfältige Schnittstellenanalyse. Zwischen Praxis und Akademie behindern laut Einschätzung der befragten Einrichtungen z.B. die zunehmende sprachliche Divergenz dieser Akteure als auch die kleinteilige Forschungslandschaft einen effizienteren Austausch. Im Bereich der angewandten Forschung wird in geringerem Umfang im *peer-review* Verfahren veröffentlicht, und die ohnehin seltenen Kooperationsprojekte mit KMUs werden wenig sichtbar. Darüber hinaus erschwert die sektorale Organisation der Forschungslandschaft übergreifende Lösungsansätze was zu einer weiteren Verfestigung der Lagermentalität führt.

Für die **Schnittstellen von Forschung und Gesellschaft** wird angemahnt, **Wissenschaftskommunikation** zu Schlüsselthemen (z.B. Waldkalamitäten, Klimawandel, Bioökonomie) schon in **Forschung und Lehre** zu stärken. Dazu zählen auch eine **verbesserte öffentliche Zugänglichkeit von Forschungsdaten**, die Stärkung der Archive durch **systematische Digitalisierung** einerseits, aber auch praktische Instrumente wie **Demonstrationsprojekte** (z.B. Modellflächen) andererseits. Eine gemeinschaftlich geregelte Datenbereitstellung über ein gemeinsames Cloud-System würde Verfügbarkeit auf der nationalen Ebene verbessern. Ein solches Instrument kann von inhaltlichen Synopsen und einer systematischen Qualitätssicherung sinnvoll begleitet werden. Wissenschaftliche Synthesearbeiten würden die systematische Analyse von Forschungslücken sowie die Zusammenfassung fragmentierter Forschungsergebnisse erleichtern, benötigen dazu jedoch entsprechend explizite Förderformate.

(2) Kooperation, Vernetzung, Datenaustausch

Viele Themen der Wald- und Holzforschung sind inter- bzw. transdisziplinär. Dieses Thema wird deshalb sehr häufig als Schwachstelle einerseits aber auch als Lösungsmöglichkeit andererseits angesprochen. Meist gibt es die Forderung nach **mehr Interdisziplinarität und Kooperation** entlang verschiedener Fragestellungen. Die Forschungsfragen oder -ansätze sollen schon transdisziplinär entwickelt werden, z.B. an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Praxis oder zwischen Wissenschafts und Politik. Häufig wird auf die verbesserungsfähige Zusammenarbeit regional und national verwiesen. Eine dauerhafte **Verzahnung zwischen verschiedenen Disziplinen und Einheiten** wird gewünscht. Integrative Studien sollen gefördert und Anschlussfähigkeit zur praktischen Umsetzung hergestellt werden. Beispiele sind: Forschung in Kooperation mit Praxis, Politik, Sektorakteuren und/oder Arbeitskräften, Ausbau von Netzwerken zwischen Forst und Holz aber auch mit der Energiewirtschaft, Einbindung anderer Disziplinen wie Biologie, Ökologie, Naturschutz, Geografie, Geologie, Sozialwissenschaften und Kommunikationswissenschaften, Vernetzung zu Forschungseinrichtungen außerhalb der klassischen Wald- und Holzforschung wie Helmholtz-, Leibniz- und Max-Planck-Institute. Der möglichst **ungehinderte Datenaustausch** zwischen den Einrichtungen ist dabei eine wichtige Grundbedingung. Im internationalen Vergleich zeigen sich verschiedene

Schwachstellen und Herausforderungen. Einige **Forschungsfelder brauchen internationale Konzepte und Vernetzung**, z.B. die Rolle der Forstpflanzenzüchtung im Klimawandel und in der Waldanpassung oder die Wechselwirkungen der internationalen Holzmärkte mit der nationalen Forstwirtschaft. Eine bessere **Unterstützung der Entwicklungs-/Schwellenländer** wird gefordert, wenn es um die Vermeidung von Waldflächenverlusten und Fragen des Rohstoffbedarfs bei Bevölkerungswachstum geht. Der deutschen Wald- und Holzforschung werden **Defizite** bei der **internationalen, vergleichenden Forschung**, der **internationalen Sichtbarkeit** durch exzellente Publikationen und dem **internationalen Austausch von Ergebnissen der angewandten Forschung** (häufig nur „graue Literatur“ in deutscher Sprache) bescheinigt.

A2.2.3 Wissenschaftsstruktur

(1) Kontinuität und Forschungsinfrastruktur

In zahlreichen Beiträgen wird eine **mangelnde Kontinuität der Forschung** und fehlende **mittel- bis langfristige Forschungsinfrastruktur** beklagt. Als Ursache hierfür werden verschiedene, häufig personelle Gründe aufgeführt. Ein hoher Anteil an Drittmittelforschung bewirke beispielsweise einen häufigen „**brain drain**“, also die Abwanderung von Wissenschaftlern, u. a. hochqualifizierter Arbeitskräfte in die Wirtschaft, Praxis oder ins Ausland. Dies führe zu einem hohen Anteil an **Mitarbeitern in Qualifizierungsphasen**, die wiederum **zeitintensive Betreuung** erforderten. Weiterhin führen mangelnde finanzielle Attraktivität und geringe Karriereperspektiven durch fehlende Entwicklungsmöglichkeiten zu steigenden Unsicherheiten. Die meisten projekt- und personenbezogenen Fördermöglichkeiten für Wissenschaftler*innen beziehen sich beispielsweise auf Promotionsstellen, weniger auf Postdoc-Positionen und sehr viel weniger auf erfahrenere Wissenschaftlerstellen ohne feste Anstellung. Dieses führt zu einem **Abfluss von Kompetenz aus der Forschungslandschaft** und somit häufig zu einer **Fragmentierung der Forschung**. Universitäten haben vergleichsweise nicht die Personalausstattung, um langfristige Versuchsflächen aufrecht zu erhalten. Als Lösung für die mangelnde Kontinuität werden die **Einrichtung und Koordination von Verbundversuchen** als **mittel- bis langfristige Forschungsinfrastruktur** mit **Finanzierungsoptionen für 10-12 Jahre** angeregt.

(2) Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses

In vereinzelt Beiträgen wird zudem auf **Defizite und Verbesserung der Ausbildungssituation** hingewiesen. In vielen Disziplinen, die für die Bearbeitung wichtiger zukünftiger Forschungsfragen eine wichtige Rolle spielen, gibt es beispielsweise nur **wenig wissenschaftlichen Nachwuchs** (z. B. Pathologie, Waldschutz oder Forstgenetik). Das hat einerseits damit zu tun, dass es in einigen dieser Bereiche nur sehr wenige Professuren an den Universitäten gibt. Andererseits gibt es für den wissenschaftlichen Nachwuchs aufgrund der wenigen fachspezifischen Stellen in den meisten forstwissenschaftlichen Disziplinen nur sehr eingeschränkte Möglichkeiten, wissenschaftliche Karrieren zu entwickeln oder zu planen. Als Lösungsansatz wird hierzu die **Förderung von Nachwuchs-**

gruppen in Bereichen empfohlen, die für die Erforschung der Anpassung der Wälder an den Klimawandel von besonderer Bedeutung sind. Weiter könnten **zusätzliche Qualifizierungsstellen**, sog. „grüne Stellen“ für Mitarbeiter*innen seitens der Forstverwaltungen der Länder (bzw. deren Forschungseinrichtungen) geschaffen werden.

(3) **Forschungspolitik und -förderung**

Die Forschungspolitik in Verbindung mit der Forschungsförderung wird mehrfach als Schwachstelle benannt. Wesentliche Argumente sind **zu wenige längerfristige Studien, zu geringe dauerhafte Kapazitäten, seltene Infrastrukturförderung, Zersplitterung der Forschungslandschaft**. Die Zersplitterung wird durch meist kleine Einheiten an Universitäten (keine kritische Masse an Professuren), die unter Spardruck stehen begünstigt und durch Organisationsstruktur gefördert (Beispiel: MINT-Fächer und Geisteswissenschaften). Für die Wald- und Holzforschung wirkt sich insbesondere die aktuelle DFG-Systematik (Fachkollegien) ungünstig aus, da übergreifende, ganzheitliche Aktivitäten sich nicht in die Sparten einsortieren lassen. Des Weiteren fehlen **Förderanreize für kombinierte Grundlagen- und Anwendungsforschung** und **sektorübergreifende Forschung**, z.B. im Wald- und Agrarsektor. Konkrete Verbesserungsvorschläge sind die **Förderung von Netzwerkaktivitäten, organisierter Kooperation** (z.B. Zentren wie iDiv) und **partizipativen Ansätzen**. Die **Förderpolitik** sollte stärker **koordiniert werden mit strategischen Schwerpunkten bei Langfristaufgaben** wie z. B. Digitalisierung, Forschungsinfrastruktur, inter- und transdisziplinäre Integration und der Förderung von Wissenschaftskommunikation. Hinsichtlich EU-Projektantragsschemen wünschen sich einige der befragten Einrichtungen eine Entbürokratisierung bzw. Verringerung des aufzubringenden Aufwandes.

A2.3 Internationale Vorbilder und ihre Vorbildfunktion

Als Länder mit Vorbildfunktion wurden insgesamt 17 Staaten genannt. Gründe für die Vorbildfunktion bei den meistgenannten Staaten waren (1) eine besonders gute Organisation, Vernetzung und Sichtbarkeit von Forschung und langfristigem Monitoring (Schweiz) oder eine enge Verflechtung und guten Wissenstransfer zwischen Forschung, Praxis und Wirtschaft (skandinavische Länder, USA). Die drei am häufigsten Länder Schweiz, Schweden und USA werden aus folgenden Gründen als Vorbild für die Wald- und Holzforschung in Deutschland gesehen:



Schweiz

- Forschung exzellent und international sichtbar
- Trans- und interdisziplinäre Vernetzung von Forschung, Industrie, Verbänden, Ausbildungseinrichtungen und Politik
- Interdisziplinäres Forschungszentrum *SwissForestLab* (WSL, ETH)
- Gemeinsame Nutzung von Daten, Modellen und Infrastruktur
- Wald- und Biodiversitätsmonitoring; Dauerbeobachtungsflächen
- Klimawandelforschung: Schäden, Anpassung, Mitigation
- Holzbau: Innovationen zur Verwendung von Laubholz
- Attraktivität von Beschäftigung mit Blick auf Lohn und Ausstattung



Schweden

- Forschung exzellent und international sichtbar
- Priorisierung von Forschung zu Forst- und Holzwirtschaft
- Trans- und interdisziplinäre Vernetzung von Forschung und Politik
- Ausgewogenes Verhältnis von angewandter zur Grundlagenforschung
- Forschungs- und Experimentalstationen
- Forstliche Fernerkundung
- Förderung von Synthesevorhaben in der Forschung
- Hervorragende mykologische Forschung
- Nationale Holzbaustrategie zu Bauen mit Holz
- Bio-basierte Hightech-Produkte
- Einsatz vollmechanisierter Technik im Forst



USA

- Forschung exzellent und international sichtbar
- Zusammenarbeit zwischen Behörden und Universitäten
- US Forest Service
- Interdisziplinäres forstwiss. Forschungszentrum Oregon State University
- Ausgewogenes Verhältnis von angewandte zur Grundlagenforschung
- Langzeitmonitoring
- Klimawandelforschung: Schäden
- Sozialwissenschaften (z.B. Forschung zu Erholung, Umweltbildung, Waldwahrnehmung, Infrastrukturgestaltung)
- Forstliche Fernerkundung
- Daten und Forschungsergebnisse i.d.R. frei zugänglich und nutzbar
- Von der Industrie befürwortete Zusatzsteuer auf Holz zu 100% für F&E Wald/Holz (Oregon)

A2.4 Nationale und internationale Vernetzung

Die Vernetzung der Akteure und Einrichtungen in der Wald- und Holzforschung werden unterschiedlich beurteilt. Insgesamt überwiegen Antworten, die die Vernetzung als gut beurteilen, aber eine größere Minderheit konstatiert auch Defizite. Die Vernetzung wird auf nationaler gegenüber internationaler Ebene als besser angesehen.

Stärken und positive Beispiele werden u.a. in themenbezogenen Zusammenarbeiten der Versuchsanstalten (z.B. Waldwachstum, Waldschutz), Vernetzungsorganisationen wie dem European Forest Institute (EFI), den nationalen Bund-Länder-AGs zum Monitoring und breiten nationalen und internationalen Netzwerken wie dem Deutschen Verband Forstlicher Forschungsanstalten (DVFFA), der IUFRO, dem ICP Forests, INTER und den DFG-Biodiversitätsexploratorien gesehen (Tabelle A5). Auch EU-Förderprogramme (COST, ERA-Net, H2020) werden positiv gesehen. Die Forest Technology Plattform liefert ein Positivbeispiel für die Vermittlung von Forschungsthemen (vorwiegend aus der Holzwirtschaft) in die Forschungsplanungen der EU-Ebene.

Tabelle A5: Stärken und Positivbeispiele der Vernetzung der deutschen Forst- und Holzforschung

Bereich	Stärken
EU-Normen	<ul style="list-style-type: none"> • Normung im Bereich Holz/ Holzbau
Fördermöglichkeiten	<ul style="list-style-type: none"> • EU: COST Aktionen, Horizon2020, ERANET-Programme • BMEL: "Förderung der bilateralen Forschungskooperation und des Wissensaustausches für internationale nachhaltige Waldbewirtschaftung"
Forschungsnetzwerke	<ul style="list-style-type: none"> • Disziplinär/ entlang thematischer Interessen • Zwischen Forst-Unis und weiteren Forst-Forschungseinrichtungen (DVFFA) • Biodiversitätsexploratorien (DFG) • International Network on Timber Engineering Research • Bedeutung internationaler Vernetzungsorganisationen (z.B. EFI) • Engagement von Verbänden, Bund-Länder AGs, IUFRO Plattformen (international)

Tabelle A5: Stärken und Positivbeispiele der Vernetzung der deutschen Forst- und Holzfor- schung (Fortsetzung)

Bereich	Stärken
Versuchsanstalten	<ul style="list-style-type: none"> • Im Bereich Waldschutz/Waldwachstum, insbesondere bei Projekten
Internationale Koopera- tion	<ul style="list-style-type: none"> • internationale Studiengänge mit Absolventennetzwerk • international ausgerichtete Institute wie EFI, IUFRO • bilaterale Vernetzung der DACH-Staaten • Europ. Zusammenarbeit Monitoring/ Zustandskontrolle Forst (UN-ECE ICP Forests) • Forschungsvorhaben und PhD-Summerschools in regiona- len Netzwerken
Plattformen	<ul style="list-style-type: none"> • Forest Technology Plattform auf EU-Ebene (Fokus Holz, weniger Waldwissenschaft)

Schwächen in der Vernetzung werden besonders in einer wenig koordinierten Förderung der Wald- und Holzfor- schung, einer fragmentierten Forschungslandschaft, dem Fokus auf kurzfristiger Projektforschung und Restriktionen bei Daten- und Informationsbeschaffung gesehen (Tabelle A6). Als Lösungen werden u. a. eine nationale Forschungsstrategie, ein nationales (virtuelles) For- schungszentrum oder -cluster, eine langfristige Förderung von Forschungsinfrastruktur, freier Zu- gang zu Daten und Informationen sowie ein Förderfokus auf inter- und transdisziplinärer Forschung vorgeschlagen.

Tabelle A6: Wichtige Schwächen und ausgewählte Lösungsansätze für eine bessere Vernet- zung der deutschen Forst- und Holzfor- schung

Schwächen	Mögliche Lösungen
Wenig koordinierte For- schungsförderung	<ul style="list-style-type: none"> • Gemeinsamer langfristiger Forschungsaktionsplan/ For- schungsstrategie auf Bundesebene mit leistungsfähigen Strukturen
Fragmentierte For- schungslandschaft	<ul style="list-style-type: none"> • Einrichtung eines nationalen, interdisziplinären und un- abhängigen (virtuellen) Forschungszentrums/ For- schungscluster mit enger Verzahnung von angewandter und Grundlagenforschung (vgl. INRAE, WSL-ETH, OSU Corvallis)

Tabelle A6: Wichtige Schwächen und ausgewählte Lösungsansätze für eine bessere Vernetzung der deutschen Forst- und Holzforschung (Fortsetzung)

Dominanz kurzfristiger Projektforschung	<ul style="list-style-type: none"> • Auf langfristige Zusammenarbeit ausgelegte Forschungsverbünde • Gemeinsames Netzwerk für Monitoring und experimentelle Waldforschung und langfristige Förderung
Mangel öffentlich zugängliche Daten und Information (Wissens-transfer)	<ul style="list-style-type: none"> • Verfügbar- und Nutzbarmachung von dezentralen Daten und Informationen in frei zugänglichen zentralen Plattformen (Open Access)
Disziplinäre und sektorale Forschung	<ul style="list-style-type: none"> • Transdisziplinäre, skalen-übergreifende Forschungsverbünde in repräsentativen Landschaften
Mangelnde Vernetzung, Integration, Inter-/Transdisziplinarität	<ul style="list-style-type: none"> • Förderung der inter- und transdisziplinären Vernetzung (Vorbild Netzwerktreffen DUH), auch mit Politik, insbes. zur Lösung von Zukunftsfragen (Vorbild „Future Forest“ Projekt Schweden) • Bündelung nationaler Fördermaßnahmen und Kompetenzen mit Beteiligung von internationalen Partnern

Anhang B: Bibliometrische Analyse der aktuellen inhaltlichen Ausrichtung der (i) internationalen Forschung insgesamt und in Deutschland sowie (ii) der praxisorientierten Forschung in Deutschland zu Wald und Holz

Um ein Bild über die aktuelle inhaltliche Ausrichtung der (i) internationalen Forschung insgesamt und in Deutschland sowie (ii) den Themen der Praxis in Deutschland zu Wald und Holz zu gewinnen, wurde eine bibliometrische Auswertung der Fachliteratur im Hinblick auf besonders intensiv bearbeitete Forschungsthemen durchgeführt. Die Ergebnisse werden im Folgenden für die internationale Forschung nach den Bereichen Wald und Holz getrennt sowie anschließend für die Themen der Praxis in Deutschland dargestellt. Berücksichtigt wurden in allen Fällen die vergangenen fünf Jahre (2016-2020).

B1 Internationale Forschung - Wald

Die Auswertung der internationalen Fachliteratur zum Themenkomplex „Wald“ fokussierte auf die Themen, die auf Basis der Expertenmeinung der AG Wald- und Holzforschung sowie der Befragung aller einschlägig tätigen Forschungseinrichtungen, Verbände und Projektträger als besonders relevant genannt wurden. Dabei wurde auf Studien aus den gemäßigten und subtropischen Klimazonen fokussiert, da hier die größte Relevanz für Deutschland gesehen wird. Die Eingrenzung der Fachliteratur erfolgte dementsprechend über eine Stichwortsuche in „Web of Science“ als dem gängigsten Portal für internationale, unabhängig begutachtete Fachliteratur. Die Stichwortsuche mit dem im Folgenden aufgelisteten Suchterm wurde in „Web of Science“ über Titel, Abstracts und Author-Keywords für den Zeitraum 2016-2020 durchgeführt.

(forest\$ OR woodland OR "wood land")

AND ("climate change" OR "global warming" OR "climate warming")

AND (management OR forestry OR conservation OR protection OR development OR "land use")

AND (biodiversity OR ecosystem OR genetic* OR breeding OR provenance OR sustainability OR resilience OR stability OR productivity OR adaption OR potential OR competition OR "extreme weather" OR heat* OR drought\$ OR "heavy rain\$" OR "extreme event\$" OR storm OR flood* OR participation OR "social sciences")*

NOT (tropic OR desert* OR boreal OR arctic* OR subarctic* OR aquatic OR marine OR benthic OR mangrove\$ OR "random forest" OR rainforest OR "rain-forest" OR Amazon* OR watershed\$ OR redd OR bangladesh* OR ethiopia\$ OR nepal* OR sweden OR swedish OR vietnam* OR brazil* OR canada OR canadian OR alaska\$ OR finland OR finnish OR india OR indian OR hawaii))*

Aus den Suchergebnissen wurde mit der Software vosviewer (<https://www.vosviewer.com/>) die Häufigkeit der Nennung inhaltlicher Begriffe berechnet (d.h., dass „inhaltsleere“ Begriffe wie z.B. „and“, „or“, „with“, etc. nicht berücksichtigt wurden). Die Begriffe wurden anschließend in der Software Excel zu thematischen Gruppen zusammengefasst und die Häufigkeit der Einzelbegriffe der thematischen Gruppen addiert. Dargestellt sind im Folgenden die zehn über den Zeitraum 2016-2020 am häufigsten genannten thematischen Gruppen mit dem zeitlichen Verlauf ihrer Häufigkeit (Abbildung B1), sowie die 20 über den Zeitraum 2016-2020 am häufigsten genannten thematischen Gruppen mit den zugrundeliegenden Einzelbegriffen (Tabelle B1).

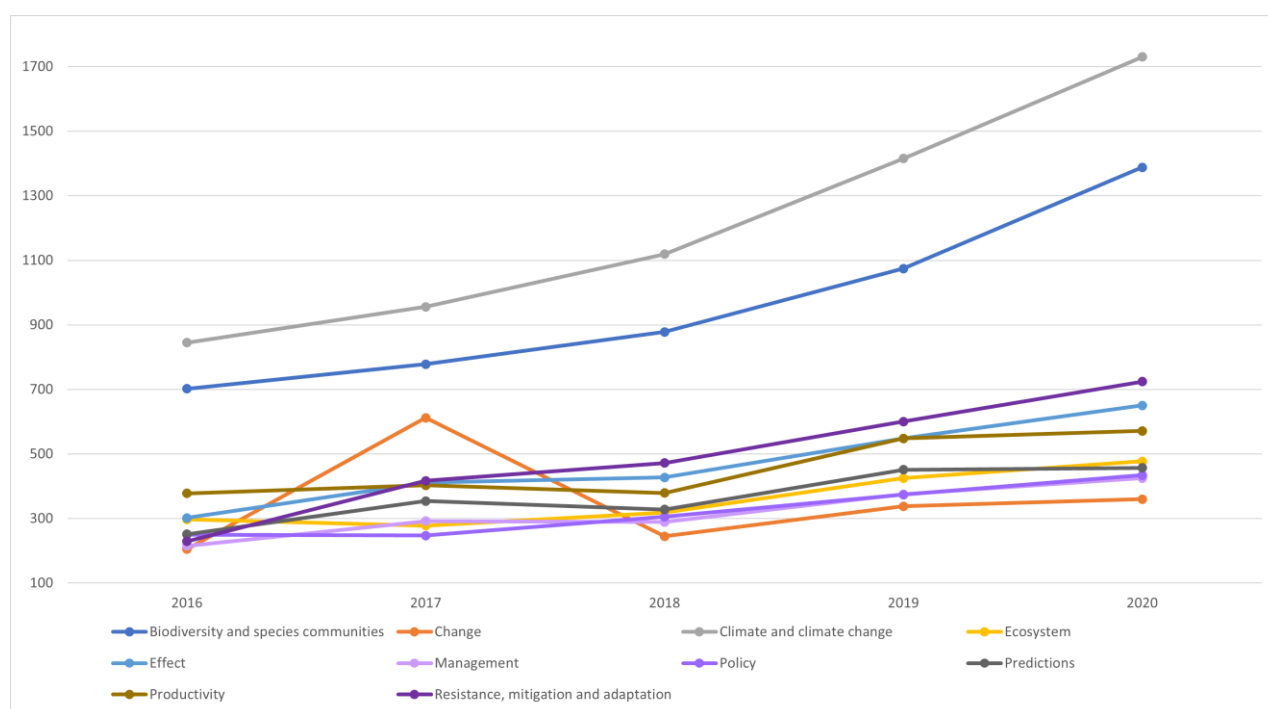


Abbildung B1: Die zehn im Zeitraum 2016-2020 in der internationalen Fachliteratur zum Themenkomplex „Wald“ am häufigsten genannten thematischen Gruppen mit dem zeitlichen Verlauf ihrer Nennung

Tabelle B1: Die 20 im Zeitraum 2016-2020 in der internationalen Fachliteratur zum Themenkomplex „Wald“ am häufigsten genannten thematischen Gruppen mit den ihnen zugrundeliegenden Einzelbegriffen

Anzahl Nennungen	Gruppe	Zugrundeliegende Begriffe
6688	Climate and climate change	changing climate, climate, climate change, drought, dry, fire, heat, heating, precipitation, rainfall, storm, temperature, warmer, warming, wildfire, wind, windstrom, windthrow
5312	Biodiversity and species communities	abundance, adaptive trait, biodiversity, community, composition, distribution, diverse, diversification, diversity, functional diversity, functional trait, genetic, genom, genotype, morphological trait, plant trait, population, range, richness, species, trait
2869	Resistance, mitigation and adaptation	adapt, adapting, adaption, adaptive, adaptability, afforestation, conservation, mitigate, mitigating, mitigation, persistence, protected, protection, recovery, reforestation, regulate, regulation, resilience, resilient, resistance, restoration, sustainability, sustainable, tolerance
2474	Productivity	biomass, growth, performance, potential, production, productivity, suitable, suitability
2447	Effect	consequence, effect, impact
2071	Predictions	model, projection, scenario, simulation
2008	Ecosystem	ecosystem, environment, habitat
1791	Management	-
1768	Policy	agenda, concept, conceptual, decision, framework, planning, policy, program, strategy
1485	Change	-
1198	Negative effects	damage, deforestation, degradation, degraded, disturbance, mortality, stress, vulnerability
1160	Carbon	-
1135	Site	site, stand
1064	Specific species	beech/fagus, fir/abies, oak/quercus, pine/pinus, spruce/picea
856	Land use and land cover	land cover, land use, land use and land cover (lulc), land use change (luc), land use/land cover change (lucc, lulcc)
777	Soil	-
702	Sequestration	sequencing, sequestration, stock, storage, store
592	Water	-
557	Vegetation	-

Deutlich spiegelt die internationale Fachliteratur die Bedeutung des Klimawandels und des Biodiversitätsverlustes wider. Insbesondere ab dem Jahr 2018, korrespondierend mit der Dürreperiode in Mitteleuropa, gewinnen diese Themen an Relevanz. Der Anstieg zeigt den Bedarf an Forschung zu den genannten Themen. Andere Themen zeigen keinen so deutlichen Anstieg. Sie reflektieren die Breite der Waldforschung mit naturwissenschaftlichen, gesellschaftlichen und öko-

nomischen Aspekten. Unter ihnen zeigt die thematische Gruppe „Resistance, mitigation, adaptation“, die mit dem Thema Klimawandel verknüpft ist, den deutlichsten Anstieg.

Zudem wurden aus den Ergebnissen all die Publikationen selektiert, an denen deutsche Forschungseinrichtungen beteiligt sind. Dargestellt sind die zehn über den Zeitraum 2016-2020 am häufigsten genannten thematischen Gruppen mit dem zeitlichen Verlauf ihrer Häufigkeit (Abbildung B2), sowie die 20 über den Zeitraum 2016-2020 am häufigsten genannten thematischen Gruppen mit den zugrundeliegenden Einzelbegriffen (Tabelle B2). Es zeigen sich dabei kaum Abweichungen im Vergleich zur gesamten internationalen Literatur.

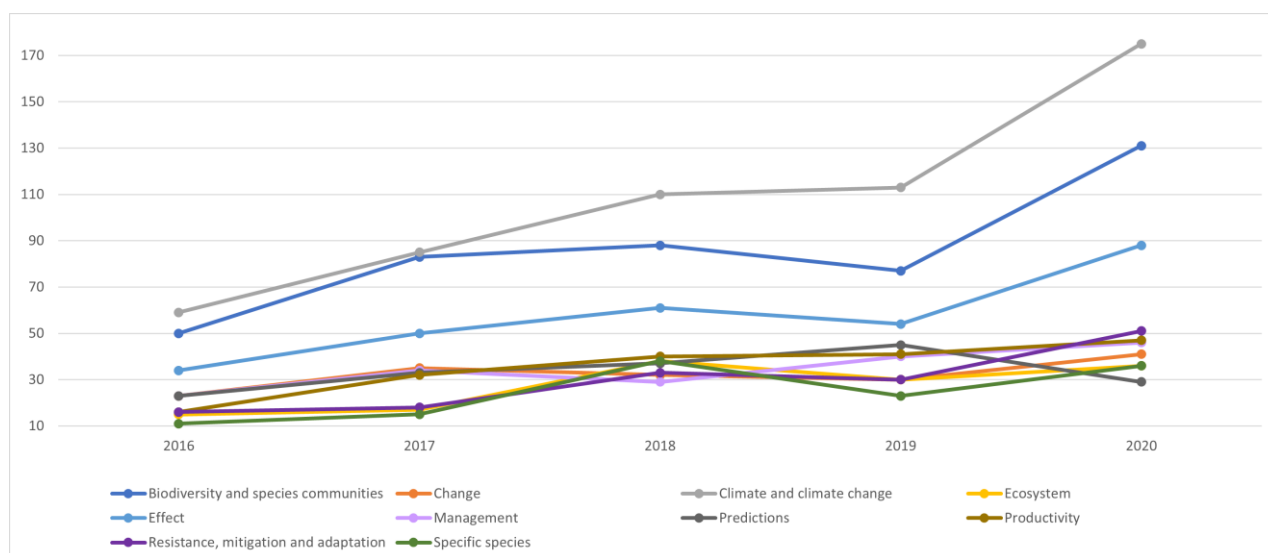


Abbildung B2: Die zehn im Zeitraum 2016-2020 in der internationalen Fachliteratur mit Beteiligung deutscher Forschungseinrichtungen zum Themenkomplex „Wald“ am häufigsten genannten thematischen Gruppen mit dem zeitlichen Verlauf ihrer Nennung

Tabelle B2: Die 20 im Zeitraum 2016-2020 in der internationalen Fachliteratur mit Beteiligung deutscher Forschungseinrichtungen zum Themenkomplex „Wald“ am häufigsten genannten thematischen Gruppen mit zugrundeliegenden Einzelbegriffen

Anzahl Nennungen	Gruppe	Zugrundeliegende Begriffe
740	Climate and climate change	climate, climate change, drought, fire, heat, heating, precipitation, storm, temperature, warmer, warming, wildfire, wind, windstrom, windthrow
657	Biodiversity and species communities	abundance, adaptive trait, biodiversity, community, composition, distribution, diverse, diversification, diversity, population, range, richness, species
328	Effect	consequence, effect, impact
309	Productivity	biomass, growth, performance, potential, production, productivity
292	Resistance, mitigation, adaptation	adapt, adapting, adaption, adaptive, adaptability, afforestation, conservation, mitigate, mitigating, mitigation, persistence, protected, protection, recovery, reforestation, regulate, regulation, resilience, resilient, resistance, restoration, sustainability, sustainable, tolerance
235	Management	-
223	Predictions	model, projection, scenario, simulation
211	Specific species	beech/fagus, fir/abies, oak/quercus, pine/pinus, spruce/picea
195	Ecosystem	ecosystem, environment, habitat
194	Change	-
171	Policy	concept, conceptual, decision, framework, planning, policy, strategy
159	Site	site, stand
142	Negative effects	damage, deforestation, degradation, degraded, disturbance, mortality, stress, vulnerability
123	Condition	-
107	Indication	driver, driving, index, indicator, predict, prediction, predictor
79	Response	-
78	Land use and land cover	land cover, land use
66	Carbon	
64	Scale	
63	Soil	

B2 Internationale Forschung – Holz

Die Auswertung der internationalen Fachliteratur zum Themenkomplex „Holz“ erfolgte entsprechend des Schemas zum Themenkomplex „Wald“. Verwendet wurde der folgende Suchterm:

((wood OR timber OR lumber)

AND (product OR bioeconomy)

NOT ("non-timber" OR "non-wood" OR straw OR rice OR corn OR wheat OR tropic OR fruit\$ OR hous* OR redd))*

Dargestellt sind im Folgenden die zehn über den Zeitraum 2016-2020 am häufigsten genannten thematischen Gruppen mit dem zeitlichen Verlauf ihrer Häufigkeit (Abbildung B3), sowie die 20 über den Zeitraum 2016-2020 am häufigsten genannten thematischen Gruppen mit den zugrundeliegenden Einzelbegriffen (Tabelle B3).

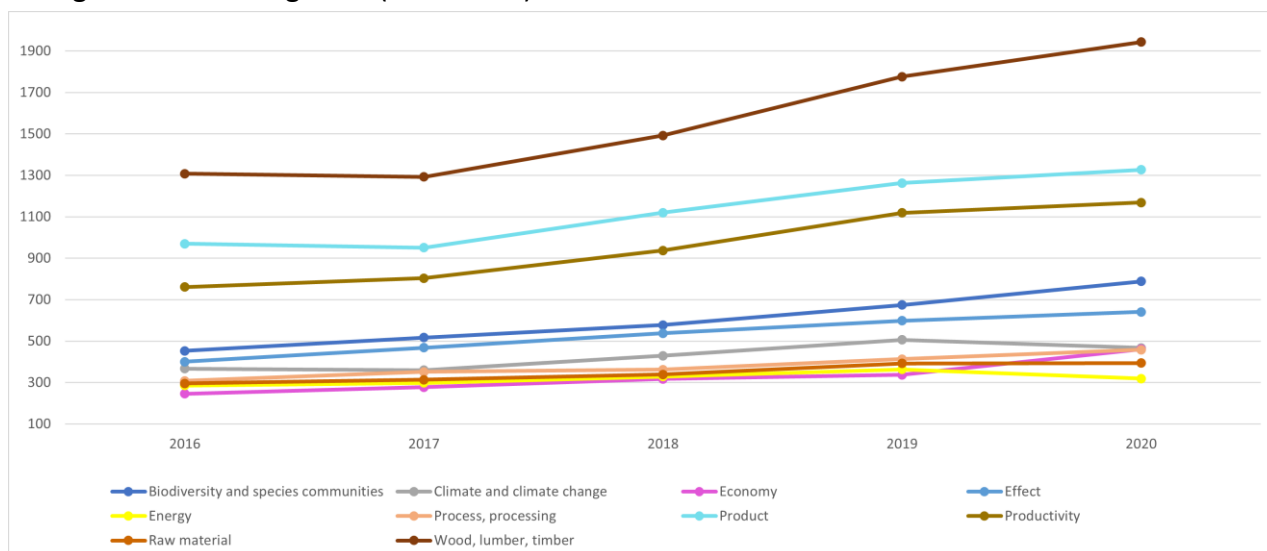


Abbildung B3: Die zehn im Zeitraum 2016-2020 in der internationalen Fachliteratur zum Themenkomplex „Holz“ am häufigsten genannten thematischen Gruppen mit dem zeitlichen Verlauf ihrer Nennung

Tabelle B3: Die 20 im Zeitraum 2016-2020 in der internationalen Fachliteratur zum Themenkomplex „Holz“ am häufigsten genannten thematischen Gruppen mit den ihnen zugrundeliegenden Einzelbegriffen

Anzahl Nennungen	Gruppe	Zugrundeliegende Begriffe
7829	Wood, lumber, timber	hardwood, lumber, timber, wood
5951	Product	furniture, product, products, wood product
5307	Productivity	biomass, growth, harvest, performance, potential, production, productivity, suitability, suitable
3242	Biodiversity and species communities	abundance, biodiversity, community, composition, distribution, diverse, diversification, diversity, genetic, genome, genotype, population, range, richness, species
2749	Effect	consequence, effect, impact
2330	Climate and climate change	climate, climate change, drought, dry, fire, heat, heating, precipitation, rainfall, temperature, wildfire, wind, windstorm, windthrow
2082	Process, processing	-
1989	Raw material	cellulose, fiber, lignin
1946	Economy	bioeconomy, commercial, cost, economic, economy, financial, market, price
1913	Energy	bioenergy, electrical, electricity, energy, fuel, power
1763	Prediction	model, projection, scenario, simulation
1625	Site	site, stand
1561	Resistance, mitigation and adaption	adapt, adaptability, adapting, adaption, adaptive, afforestation, conservation, mitigate, mitigating, mitigation, protected, protection, recovery, reforestation, regulate, regulation, resilience, resilient, resistance, restoration, sustainability, sustainable
1366	Policy	concept, conceptual, decision, framework, planning, policy, program, strategy
1284	Carbon	-
1227	Material	-
1188	Specific species	acacia, beech/fagus, fir/abies, oak/quercus, pine/pinus, spruce/picea
1127	Ecosystem	ecosystem, environment, habitat
1050	Paper	-
990	Condition	

Der Fokus der internationalen Holzforschung liegt stärker auf ökonomischen Themen, als in der Waldforschung. Nichtsdestotrotz finden sich die drängenden Themen des Klimawandels und des Biodiversitätsverlustes auch in der Holzforschung wieder, bspw. hinsichtlich der Relevanz nachwachsender Rohstoffe in der Minderung des Klimawandels.

Die internationale Holzforschung mit Beteiligung deutscher Forschungseinrichtungen zeigt ein deutlich heterogeneres Bild (Abbildung B4; Tabelle B4). Im Vergleich zur gesamten internationalen Holzforschung springt hier insbesondere das Interesse an einzelnen Baumarten ins Auge, das u.a. im steigenden Interesse an Laubholz als Baustoff begründet liegt.

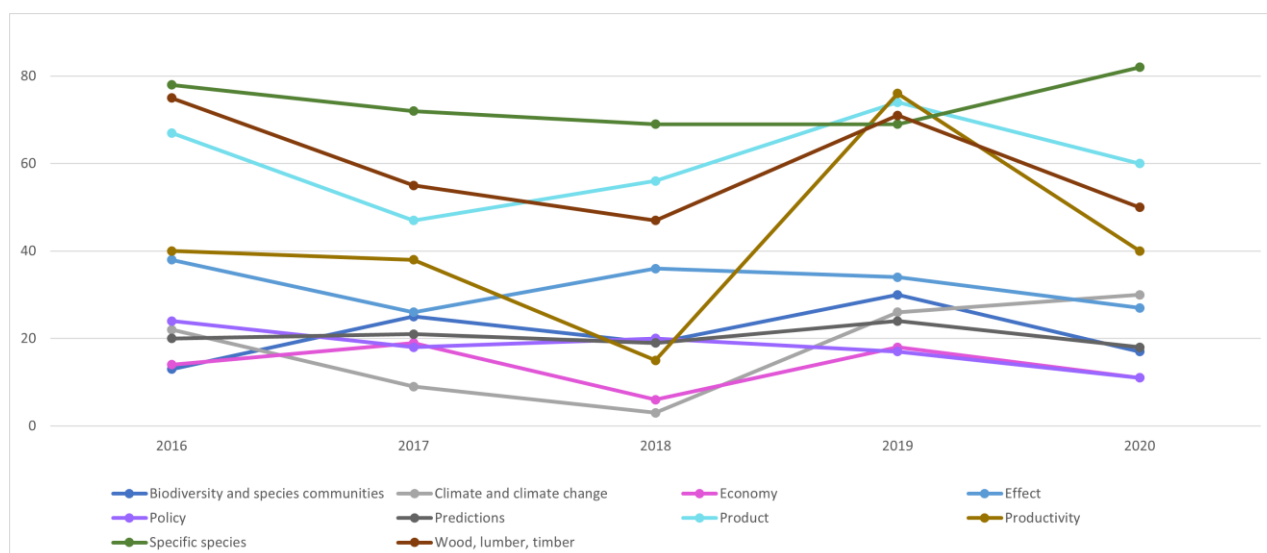


Abbildung B4: Die zehn im Zeitraum 2016-2020 in der internationalen Fachliteratur mit Beteiligung deutscher Forschungseinrichtungen zum Themenkomplex „Holz“ am häufigsten genannten thematischen Gruppen mit dem zeitlichen Verlauf ihrer Nennung

Tabelle B4: Die 20 im Zeitraum 2016-2020 in der internationalen Fachliteratur mit Beteiligung deutscher Forschungseinrichtungen zum Themenkomplex „Holz“ am häufigsten genannten thematischen Gruppen mit den ihnen zugrundeliegenden Einzelbegriffen

Anzahl Nennungen	Gruppe	Zugrundeliegende Begriffe
417	Wood, lumber, timber	hardwood, lumber, timber, wood
335	Product	furniture, product, wood product
321	Productivity	biomass, growth, harvest, performance, potential, production, productivity, suitability, suitable
205	Biodiversity and species communities	abundance, biodiversity, community, composition, distribution, diverse, diversification, diversity, genome, genotype, population, range, species
176	Effect	consequence, effect, impact
152	Policy	concept, conceptual, decision, framework, policy, strategy
147	Climate and climate change	climate, climate change, fire, heat, heating, precipitation, temperature, wildfire
131	Predictions	model, projection, scenario, simulation
129	Specific species	beech/fagus, fir, oak, pine, spruce
127	Economy	bioeconomy, cost, economic, economy, market, price
111	Process, processing	
98	Site	site, stand
95	Resistance, mitigation and adaption	mitigate, mitigating, mitigation, protected, protection, recovery, regulate, regulation, resistance, sustainability, sustainable
88	Raw material	cellulose, fiber, lignin
79	Paper	
72	Energy	bioenergy, energy, fuel
71	Condition	
68	Carbon	
66	Assesment	
65	Resource	

B3 Deutschsprachige Fachliteratur mit Praxisbezug zu Wald und Holz

Für die Auswertung der Themen der Praxis zu Wald und Holz in Deutschland 2016-2020 wurden einschlägige Zeitschriften genutzt, die von Mitgliedern der AG Wald- und Holzforschung sowie von Akteure*innen der einschlägig tätigen Forschungseinrichtungen, Verbände und Projektträger als wichtige Publikationsorgane genannt worden waren. Voraussetzung war zudem die freie Zugänglichkeit der Publikationsorgane im Internet. Aus Wald-/ Forst-/ Holz-bezogenen Publikationsorganen wurden alle Texte extrahiert; aus nicht ausschließlich Wald-/ Forst-/ Holz-bezogenen Publikationsorganen wurden Wald-/ Forst-/ Holz-bezogene Texte extrahiert.

Aus den Suchergebnissen wurde mit vosviewer (<https://www.vosviewer.com/>) die Häufigkeit der Nennung inhaltlich relevanter Begriffe berechnet, in Excel zu thematischen Gruppen zusammengefasst und die Häufigkeit der Einzelbegriffe der thematischen Gruppen addiert – entsprechend der Auswertung der internationalen Fachliteratur. Abbildung B5 zeigt die zehn über den Zeitraum 2016-2020 am häufigsten genannten thematischen Gruppen mit dem zeitlichen Verlauf ihrer Häufigkeit; Tabelle B5 zeigt die 20 über den Zeitraum 2016-2020 am häufigsten genannten thematischen Gruppen mit zugrundeliegenden Einzelbegriffen. Es wird deutlich, dass in der betrachteten Praxisliteratur die Beschäftigungsverhältnisse in der Forst- und Holzbranche sowie politische und rechtliche Fragen dominante Themen sind. Deutlich wird aber auch, dass Biodiversität und Artengemeinschaften, Waldbau, Klima und Klimawandel, Beeinträchtigungen, Schädlinge und Waldschäden, sowie Natur-, Arten- und Klimaschutz immer stärker in den Blickpunkt der Praxis rücken.

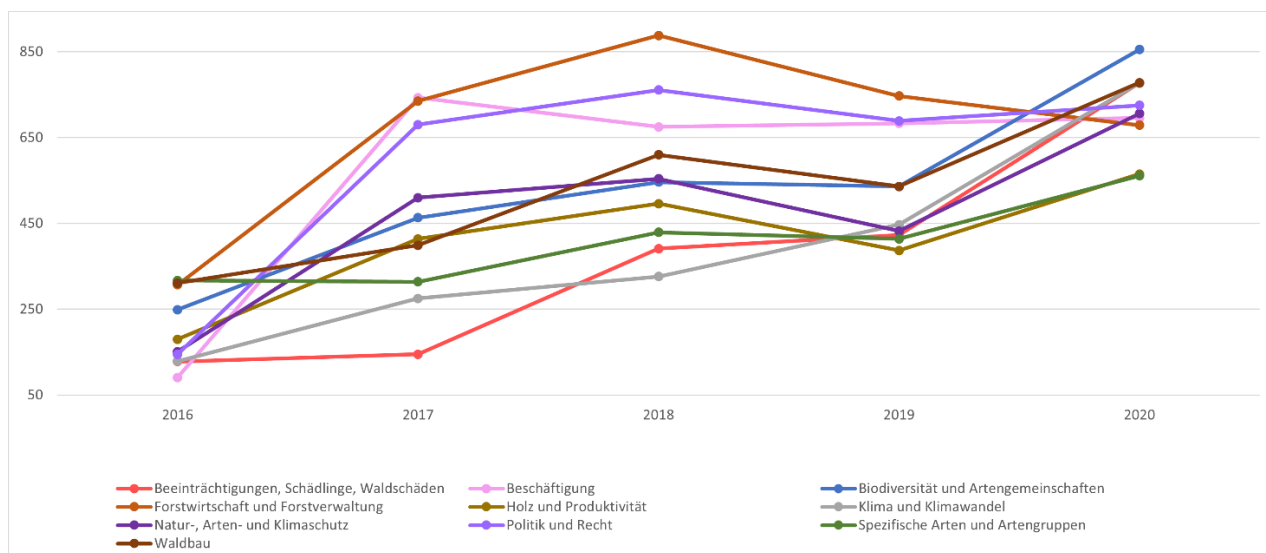


Abbildung B5: Die zehn im Zeitraum 2016-2020 in der deutschen Praxisliteratur zu Wald und Holz am häufigsten genannten thematischen Gruppen mit dem zeitlichen Verlauf ihrer Nennung

Tabelle B5: Die 20 im Zeitraum 2016-2020 in der deutschen Praxisliteratur zu Wald und Holz am häufigsten genannten thematischen Gruppen mit den ihnen zugrundeliegenden Einzelbegriffen

Anzahl Nennungen	Gruppe	Zugrundeliegende Begriffe
4098	Politik und Recht	Agenda, Anhörung, Behörde, Beteiligung, BGB, BGH, BNatSchG, Förderung, fördern, Fördermittel, gefördert, Forstamt/ -ämter, Gericht, Gesetz, Haushalt, Instrument, Kartell, Klage, Konzept, Konzeption, Ministerium, Partizipation, Pläne, Planung, Politik, politisch, Programm, Rahmenbedingung, Rechte, rechtlich, Regelung, Regierung, Rechtslage, Rechtsprechung, Strategie, Umweltpolitik, Urteil, Wahl(en)
3734	Forstwirtschaft und Forstverwaltung	Forst, Forstbereich, Forstbetrieb, Forstbetriebe, Forstbetriebe, Forstverwaltung, Forstwirtschaft, Management, Revier, Verwaltung
3588	Beschäftigung	Arbeitgeber, Arbeitnehmer, Arbeitsplatz/ -plätze, Ausbildung, Auszubildende, Beamte, Beruf, Beschäftigte, Betriebe, Einsparung, Einstellung, Förster, Forstkollegen, Forstleute, Forstmann, Forstpersonal, Fortbildung, Gewerkschaft, Mitarbeitende, Mitarbeiter, Personal, Schulung, Stellenabbau, Tarif, Verdienst, Vergütung, Vorstand, Waldarbeiter, Weiterbildung
3293	Waldbau	Anbau, Artenwahl, Bestand, Bestände, Bewirtschaftung, dicht, Dichte, Durchforstung, Einschlag, Ernte, Festmeter, Harvester, Herkunft, Herkünfte, Kurzumtrieb, Nachwuchs, PEFC, Pflanzenzucht, Pflanzung, Pflege, Plantage, Saat, Umbau, Verjüngung, Vermehrung, Waldbau, waldbaulich, Waldbestände, Waldbestand, Waldumbau, Waldwirt, Waldwirtschaft, Zucht
3173	Natur-, Arten- und Klimaschutz	Artenschutz, Aufforstung, aufgeforstet, Erhalt, Erhaltung, Erneuerbar, FFH, geschützt, Klima schützen, Klimaanpassung, Klimafonds, Klimaschutz, Minderung, Nachhaltig, Nachhaltigkeit, nachhaltige, Nationalpark, Natura, Naturerbe, naturnahe, Naturnähe, Naturschutz, ökologisch, Regeneration, Renaturierung, Schutzgebiet, Schutzgüter, Schutzmaßnahmen, Schutzmittel, Schutzwald, Strategie zur Biologischen Vielfalt, Vermeidung, Vogelschutz, Waldschutz, Wiederaufforstung, Wiederherstellung, Wildnis
3059	Biodiversität und Artengemeinschaften	Art, Arten, Artenverteilung, Artenvielfalt, Artenzusammensetzung, Baumart, biodivers, Biodiversität, Biologische Vielfalt, Diversität, Fauna, Flora, Genetik, genetisch, genetische Vielfalt, Pilz, Population, Tier(e), Tierarten, Totholz, Vegetation, Verbreitung, Verteilung, Vielfalt, Zusammensetzung

Tabelle B5: Die 20 im Zeitraum 2016-2020 in der deutschen Praxisliteratur zu Wald und Holz am häufigsten genannten thematischen Gruppen mit den ihnen zugrundeliegenden Einzelbegriffen (Fortsetzung)

2719	Beeinträchtigungen, Schädlinge, Waldschäden	Beeinträchtigung, Befall, Belastung, Borkenkäfer, Buchdrucker, Eindämmung, Erosion, Fraß, Gefahr, Gefährdung, Hirsch, Insekten, Insektenbefall, Käfer, Kalamität, Krankheit, Kupferstecher, Schaden, Schadholz, Schadinsekt, Schadstoffe, Schäden, Schädigung, Schädlinge, Sterben, Absterben, Störung, Stress, Verbiss, Versauerung, Wild
2646	Spezifische Arten und Artengruppen	Ahorn, Birke, Buche, Castanea, Douglasie, Eiche, Eiche, Erle, Esche, Eberesche, Fagus, Fichte, Kastanie, Kiefer, Lärche, Laub, Laubbaum, Laubholz, Linde, Nadel, Nadelbäume, Nadelholz, Nadelbaum, Picea, Robinia, Robinie, Tanne, Ulme, Ulmus, Vogelbeere, Vogelkirsche
2612	Holz und Produktivität	Biomasse, Holz, Produktivität, Stamm, Umfang, wachsen, Wachstum, Waldentwicklung, Wuchs, Zuwachs
2325	Klima und Klimawandel	Anpassen, Anpassungsfähigkeit, Adaption, adaptiv, Brände, Brand, Dürre, Erwärmung, Extremereignisse, Feuer, Klima, Klimaänderung, Klimakrise, Klimaveränderung, Klimawandel, Niederschlag, Regen, Resilienz, Resistenz, Sturm, Temperatur, trocken, Trockenheit, Waldbrand, Wind, Witterung, Witterungsbedingungen, Witterungsextreme
2041	Besitzstrukturen	Bundesforst, Eigentümer, Eigentum, Körperschaftswald, Kommunalwald, Landeswald, privat, private Waldbesitzer, Privatwald, Staatswald, Stadtwald, Waldbesitz, Waldbesitzende, Waldbesitzer, Waldeigentümer
1531	Baum, Bäume	Baum, Bäume, Höhe, Krone, Rinde, Verlichtung, Wurzel
1036	Effekt	Auswirkung, Effekt, Folge(n), Konsequenz, Reaktion, Wirkung
943	Ökosystem	Biotop, Habitat, Lebensraum/ -räume, Ökosystem, Umwelt
771	Ökonomie	Bezahlung, Finanzen, Finanzierung, finanziell, Finanzmittel, Investition, Kosten, Märkte, Markt, Ökonomie, Preis, Verkauf, Vermarktung, Wirtschaftswald
589	Diskussion, diskutieren	
564	Forschung	Forschung, Wissenschaft
530	Schutz	
426	Maßnahme(n)	
355	Zukunft	

Anhang C: Bestehende und im Aufbau befindliche Infrastrukturen der deutschen Wald- und Holzforschung

Eine wichtige Basis einer vernetzten Infrastruktur liefern bereits **bestehende** Forschungsinfrastrukturen:

- **Nationale Großrauminventuren und nationales Monitoring.** Die Bundeswaldinventur, Bodenzustandserhebung im Wald und Waldzustandserhebung sind von besonderer Bedeutung für deutschlandweite und regionalisierte Aussagen zu großräumigen Waldverhältnissen, Waldaufbau, Zuwachs und Produktionsmöglichkeiten (BWI seit 1990), Boden- und Waldernährungszustand (BZE, seit 1987-92) sowie Baumvitalität und Waldschäden (WZE, seit 1984). Zusätzlich werden seit fast 30 Jahren Prozesse des Wasser-, Stoff- und Energiehaushalts auf 68 ausgewählten, repräsentativen Flächen des nationalen Intensiven Forstlichen Umweltmonitorings (ForUm, Level II) beobachtet.
- **Regionale Flächennetze.** Die Versuchsflächen der Ressortforschungsanstalten der Länder (insgesamt mehrere tausend Flächen) legen den Fokus auf ertragskundliche und waldbauliche Versuchen mit Fragen zu Baumarten, Provenienzen, Standraum und Pflanzverband, Durchforstungsregime, Bodenbearbeitung, Düngung, Verjüngungsmethoden.
- **Exploratorien und Observatorien.** Die lokal bis überregional vernetzten Beobachtungs- und Versuchsflächen dienen einer z.T. hochspezialisierten Struktur- und Prozessforschung insbesondere zur biologischen Vielfalt (Biodiversitätsexploratorien, iDiv, MyDiv, BioTree, ArboFUN, FunDivEUROPE, EUFORGEN u.a.) und zu Kernprozessen des Energie-, Stoff- und Wasserhaushalts (z.B. TERENO, LTER-D) in Waldökosystemen.
- **Datenbanken, Dateninfrastrukturen.** Eine Vielzahl von objekt-, art- und funktionsbezogenen Daten aus einer großen Anzahl von Einzelerhebungen werden in nationalen bis internationalen Datenbanken zu Pflanzenmerkmalen und -verbreitung (TRY, IUCN, LEDA u.a.) und zur Vegetationszusammensetzung (sPlot, mPlot, u.a.) gehostet. Im Bereich der Holzforschung werden Ökobilanzdaten zu Bauprodukten, die in öffentlich geförderten Projekten erhoben wurden, in der Datenbank ökobaodat des BMI eingepflegt und sind öffentlich zugänglich. Für die Holzbauanwendung sind technische Kennwerte zu Holzbaukonstruktionen in der Datenbank dataholz.eu abgreifbar.

Aktuelle Initiativen zum **Aufbau neuer Forschungsinfrastrukturen** auf überregionaler Ebene zielen auf die Untersuchung der Waldbiodiversität, der zukünftigen Waldschäden und Baumarteneignung ab. Zusätzlich wird die Schaffung einer nationalen Forschungsdaten-Infrastruktur angestrebt. Zu den Aktivitäten zählen:

- **Biodiversitätsmonitoring im Wald.** Neben einer erweiterten Nutzung und Auswertung der Daten aus den bestehenden Großinventurnetzen (BWI, BZE) werden ein zusätzliches Insektenmonitoring, baumgenetische sowie Bodenbiodiversitäts-Erhebungen auf nationaler Ebene vorbereitet.

- **Klimawandel.** Die Wirkung von Trockenheit auf Wälder wird zukünftig flächendeckend über Simulationen abgeschätzt. Über Satelliten-Fernerkundung sollen Schadflächen, Schadholzvolumen und wirtschaftlicher Schaden von Extremwetter-Ereignissen deutschlandweit abgeschätzt werden (z. B. Waldzustandsmonitor, UFZ).
- **Nationale Daten-Infrastruktur (NFDI).** In verschiedenen Sektoren und Forschungsbereichen sollen bestehende Dateninfrastrukturen vernetzt werden (z.B. NFDI4Bio, NFDI4Agri). Relevante Datenstrukturen entstehen auch im Rahmen von GeoBON (BioDivBank, SoilBON, EU-BON).
- **Holzmaterialkennwerte.** Kennwerte zu den physikalischen, mechanischen und chemischen Eigenschaften von Holzarten sind bisher nicht qualitätsgeregelt und wissenschaftlich belastbar über Datenbanken dokumentiert.